

499*) Das vom Kolben zu beschreibende Luftpumpenvolumen macht man bei Einspritzkondensatoren mindestens gleich dem 70fachen Volumen des niedergeschlagenen Dampfes in Wasserform. Rechnet man noch mit einem Lieferungsgrad von $\varphi = 0,7$, so ergibt sich das vom Kolben zu beschreibende Luftpumpenvolumen gleich dem $\frac{70}{0,7} = 100$ fachen des niedergeschlagenen Wassers. Besser ist es im Interesse eines guten Vakuums das 120fache zu nehmen. Für Luftpumpen von Oberflächenkondensatoren genügt das 45fache.

Näheres vgl. Führer 53, 48; ferner die Begründung des zu wählenden Luftpumpenvolumens Führer 53, 73-77 unter Gegenstrom, wo sich auch eine Tabelle über die Raumbanspruchung von Luftdampfgemischen findet, welche allgemeiner verwertbar ist.

Wenn bei der genaueren Berechnung des Luftpumpenvolumens statt des Kondensatordruckes der Saugdruck in der Luftpumpe eingeführt wird, ist besonders bei der Dreiventilluftpumpe mit einem höheren Lieferungsgrad wie 0,7 zu rechnen.

500.* Das Produkt aus Kolbenfläche und Hub der Luftpumpe in Liter werde mit L bezeichnet; es werden dann von einer doppelt wirkenden Luftpumpe in der Stunde wirksam beschrieben $2n \cdot 60$ L Liter, von einer einfach wirkenden Luftpumpe $n \cdot 60$ L Liter. Mit der Forderung, daß pro 1 kg Dampf 120 Liter beschrieben werden sollen, ist, wenn die der Dampfmaschine stündlich zugeführte Dampfmenge in Kilogramm gleich D ist:

für die doppelt wirkende Luftpumpe:	für die einfach wirkende Luftpumpe:	
$2n \cdot 60 L = 120 D,$	$n \cdot 60 L = 120 D,$	
$L = \frac{D}{n};$	$L = 2 \frac{D}{n}.$	(53)

Berechnung der Ventilquerschnitte.

501. Für die Berechnung der Ventilquerschnitte geht man meist auf die Kolbengeschwindigkeit, welche man vorher annimmt, zurück; dies ist jedoch weder zweckmäßig noch notwendig. Wenn das stündlich vom Kolben beschriebene Volumen $= 120 D$ ist, so ist das in der Sekunde im Durchschnitt beschriebene Volumen der $60 \cdot 60$ ste Teil. Es sollen also im Durchschnitt in der Sekunde

$\frac{120}{60 \cdot 60} D$ Liter eines Gemisches von Wasser, Luft und Dampf durch die Ventile treten. Bezeichnet man mit $v_m \mu$ das Produkt aus

*) Siehe Weisbach, V. Aufl. II, Seite 116

mittlerer Geschwindigkeit in den Ventilen und dem Kontraktionskoeffizient, mit f den freien Querschnitt, so ist

$$v_m \mu f = \frac{120}{60 \cdot 60} D,$$

wenn alles in gleichem Maß eingeführt ist, d. h. wegen D in Litern, v_m in dm, f in qdm. Um auf die üblichen Einheiten (qcm für die Querschnitte, m für die Geschwindigkeiten) zu kommen, hat man zu setzen:

$$\begin{aligned} \frac{120}{60 \cdot 60} D \text{ dm}^3 &= 1000 \frac{120}{60 \cdot 60} D \text{ cm}^3 = 10 \frac{120}{60 \cdot 60} D \text{ cm}^2 \cdot 100 \text{ cm} \\ &= 10 \frac{120}{60 \cdot 60} D \text{ qcm} \cdot \text{m} = \frac{120}{360} D \text{ qcm} \cdot \text{m}; \\ v_m \mu f &= \frac{120}{360} D \text{ qcm} \cdot \text{m}; \quad f = \frac{1}{v_m \mu} \frac{120}{360} D \text{ qcm}, \end{aligned}$$

oder wenn man für die Zahl 120, welche das Vielfache des niedergeschlagenen Dampfgewichtes angibt, dem das vom Luftpumpenkolben beschriebene Volumen gleichzusetzen ist, den allgemeinen Wert a einführt, so ist

$$f = \frac{1}{v_m \mu} \frac{a}{360} D \text{ qcm} \quad (54)$$

für doppelt wirkende Pumpen.

Für einfach wirkende Pumpen steht nur die halbe Zeit zur Verfügung, daher ist

$$f = \frac{2}{v_m \mu} \frac{a}{360} D \text{ qcm}. \quad (55)$$

Die Gesamtquerschnittsfläche ist aber in beiden Fällen die gleiche, weil bei der doppelt wirkenden Pumpe der Querschnitt f auf beiden Seiten anzuordnen ist. Man kann die letzte Formel daher auch für doppelt wirkende Pumpen gelten lassen, wenn man unter f die Summe der Ventilquerschnitte auf beiden Seiten versteht (natürlich in allen Fällen Saug- und Druckventile gesondert gerechnet).

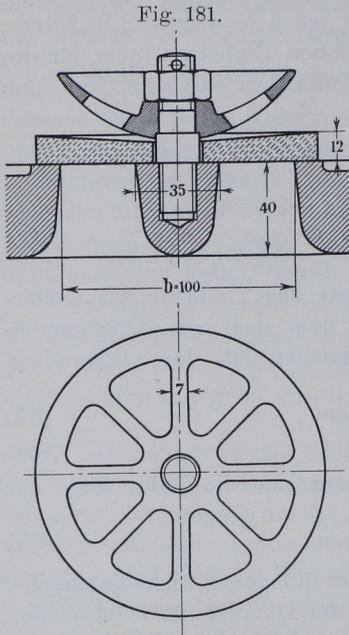
502. Mit $v_m \mu = 1,5$ (vgl. Anhang VI), $D = 1000$ und $a = 120$ wird f für eine doppelt wirkende Pumpe:

$$f = \frac{1}{1,5} \frac{120}{360} 1000 = 222 \text{ qcm}$$

auf jeder Seite und 444 qcm für eine einfach wirkende Pumpe einmalig. Der gleiche Querschnitt ist für die Saug- und Druckventile einzuführen, sofern man nicht $v_m \mu$ für beide Arten verschieden groß wählt.

Man erkennt aus vorstehendem, daß f bestimmt werden kann, ohne daß die Tourenzahl bekannt ist und ohne daß der Kolbenhub angenommen wird. Man behält also vollkommene Freiheit für die Wahl des Hubes, sofern die Ventile nicht in den Kolben eingebaut sind (vgl. Art. 501 und Anhang VI Art. 5).

503. Die Pumpe möge als liegende, doppelt wirkende Pumpe ausgeführt werden. Der erforderliche Querschnitt von 222 qcm möge durch eine Anzahl einfacher runder Gummiklappen gewonnen



werden. Eine einzige große runde Klappe müßte wegen des relativ kleinen Umfanges einen zu großen Hub bekommen und würde verspäteten Ventilschluß ergeben, der Stöße veranlassen könnte. Es mögen wegen des ziemlich flotten Ganges der Maschine Ventile von verhältnismäßig kleinem Durchmesser gewählt werden.

Mit einem leichten Durchmesser von 100 mm kommt man, da die Rippen und die Nabe von Gummitellerventilen je nach Kleinheit 0,35 bis 0,4 der Kreisfläche versperren, mit einer freien Fläche von 0,6 der Kreisfläche auf

$$0,6 \cdot \frac{1}{4} \pi d^2 = 47,1 \text{ qcm.}$$

Es würden also $\frac{222}{47,1} = 4,7$ Ventile erforderlich werden; gewählt werden 5 (eine ungerade Zahl placiert sich bei zweireihiger Anordnung besser wie eine gerade). Jedes Ventil muß dann einen

Querschnitt von $\frac{222}{5} = 44,4$ qcm haben. Dieser Bedingung genügt das nebenstehend dargestellte Ventil. Es sind 2 mal 5 Saugventile und 2 mal 5 Druckventile, im ganzen 20 Ventile erforderlich. Verteilung vgl. Fig. 182.

Berechnung des Hubes und des Kolbenquerschnittes.

504. Wählt man $a = 120$, so ergibt sich das Hubvolumen $F_1 s_1 = L$ der doppelt wirkenden Luftpumpe für 1000 kg Dampf in der Stunde und 130 Umdrehungen pro Minute nach Art. 500 aus der Gleichung:

$$2 \cdot 130 \cdot 60 F_1 s_1 = 120 \cdot 1000; \quad F_1 s_1 = 7,7 \text{ Liter.}$$

Nachdem man die Ventile placiert hat und die dafür erforderliche Länge der Luftpumpe (ohne daß die Luftpumpe und die Ventilsitzplatten eine zu große Breite erhalten) gefunden hat, möge ein Hub von $0,4 \text{ m} = 4 \text{ dm}$ als passend gewählt sein. Der Querschnitt des Zylinders ergibt sich dann:

$$F_1 = \frac{7,7}{4} = 1,925 \text{ qdm} = 192,5 \text{ qcm,}$$